

Die Erfindung bezieht sich auf den Bereich der Elektrostatografie und insbesondere auf Verbesserungen der Vorrichtungen und Verfahren zum Regeln des Nachfüllens von Toner.

In der Elektrostatografie werden auf einem dielektrischen Aufzeichnungselement gebildete Bilder über den Auftrag pigmentierter, thermoplastischer Teilchen, die als Toner bezeichnet werden, sichtbar gemacht. Normalerweise ist ein derartiger Toner Bestandteil einer Zweikomponenten-Entwicklermischung, die aus den Tonerteilchen und magnetisch anziehbaren Trägerteilchen besteht, an denen die Tonerteilchen über reibungselektrische Kräfte haften. Während des Entwicklungsprozesses wirken die von dem Latentbild ausgehenden elektrostatischen Kräfte derart, daß die Tonerteilchen von ihren zugehörigen Trägerteilchen abgestreift und die teilweise abgetrennten Trägerteilchen in einen Behälter zurückgeführt werden.

Nach dem Stand der Technik kann die Tonerkonzentration in einer elektrostatografischen Entwicklermischung überwacht und die Mischung mit Toner aufgefüllt werden, wenn deren Konzentration unter einen vorgegebenen Pegel sinkt. Eine derartige Tonerkonzentrations-Überwachung läßt sich einfach kalibrieren, um Tonerverbrauch aus dem Entwicklungssystem unabhängig von der Ursache zu kompensieren. Erhebliche Nachteile bestehen darin, daß diese Überwachung relativ langsam auf plötzliche Änderungen der Verbrauchsrate reagiert, beispielsweise aufgrund einer Änderung im Bildanteil der zu druckenden Vorlage durch einen Wechsel von Vorlagen mit wenig Bildinformation zu solchen mit großen Volltonbereichen. Typischerweise vergehen mehrere Minuten, bevor die Tonerkonzentration wieder einen Pegel erreicht, bei dem Kopien mit der gewünschten Bilddichte erzielt werden können.

Nach dem Stand der Technik ist ebenfalls eine fortlaufende Überwachung des Tonerverbrauchs aus einer elektrostatografischen Entwicklungsstation bekannt, indem die Menge des während der Entwicklung auf das Aufzeichnungselement aufgetragenen Toners überwacht wird. Zum Beispiel in dem US-Patent US-A-3,674,353 mißt ein Induktionsplattenpaar, das neben dem Aufzeichnungselement oberhalb und unterhalb der Entwicklungsstation angeordnet ist, die Gesamtladung des Aufzeichnungselements vor und nach der Entwicklung. Die durch den Transport der unentwickelten und entwickelten Ladungsmuster auf die Platten induzierte Ladungsdifferenz dient als genaues Maß für die Menge des aus der Entwicklungsstation verbrauchten Toners. Ein Tonerverbrauchssignal, das sich proportional zu der Differenz der Ladung verhält, die auf die Induktionsplatten induziert wird, wird benutzt, um die Tonernachfüllung zu steuern.

Ein weiteres Verfahren zur fortlaufenden Überwachung des Tonerverbrauchs aus einer Entwicklungsstation wird in elektronischen Druckern eingesetzt. Die Nachfüllrate wird in Abhängigkeit von der Anzahl der an den Druckkopf angelegten Zeichendrucksignale eingestellt. Die Drucksignale können zeichencodiert sein, und es kann eine statistische Entnahmerate benutzt werden, um den Tonerverbrauch abzuschätzen. Bei den Signalen kann es sich aber auch um Bildelementsignale (Pixelsignale) handeln, siehe US-A-3,529,546 und 4,413,264.

Obwohl derartige Tonerverbrauchsüberwachungen schneller reagieren als Tonerkonzentrationsüberwa-

chungen, hat deren Einsatz zur Steuerung der Tonernachfüllung auch bestimmte Nachteile. Beispielsweise wird von einer derartigen Überwachung kein Tonerverbrauch gemessen, der nicht durch Bildentwicklung verursacht wird (z. B. Tonerverbrauch durch Staubeentwicklung und sonstige Verluste), und kann somit auch nicht für die Nachfüllung berücksichtigt werden. Eine derartige Überwachung kann auch keine Ungenauigkeiten oder Fehler im Tonernachfüllprozeß feststellen. Tonerverbrauchsüberwachungen sind also für eine genaue Tonernachfüllung nur schwer einzusetzen.

Bisherige Ansätze zur Prozeßregelung in elektrostatografischen Geräten haben normalerweise die Primärladung, die Vorspannung V_{bias} der Tonerstation und/oder die Belichtung nach Erfordernis der Dichtesteuerung abgestimmt. In derartigen Geräten ist die Tonernachfüllung im allgemeinen derart ausgelegt, daß eine vorgegebene Tonerkonzentration (TC) aufrecht erhalten wird.

Ein Nachteil dieses Ansatzes besteht darin, daß überaus große kumulative Einstellungsänderungen der Ladung und/oder Belichtung erforderlich sein können, um die Auswirkungen auf die Druckdichte durch Alterung, Umgebung, Benutzungshäufigkeit usw. zu kompensieren.

Andererseits sind Geräte bekannt, die eine Dichteregelung ausschließlich durch Tonernachfüllung vorzunehmen versuchen, d. h. durch Verändern der Tonerkonzentration in der Tonerstation.

Die Veränderung der Tonerkonzentration als ausschließliches Mittel der Dichteregelung hat den Nachteil, daß die Tonerkonzentration nicht schnell eingestellt werden kann. Das Anheben der Tonerkonzentration ist hinsichtlich der Schnelligkeit durch die Größe der Entwicklerladung und eine begrenzte Nachfüllrate eingeschränkt. Das Absenken der Tonerkonzentration ist hinsichtlich der Schnelligkeit durch die Tonerentnahmerate für die Bilder eingeschränkt, die für einen prozentual geringen Tonerauftrag sehr langsam sein kann. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß ein extrem großer Tonerkonzentrationsbereich erforderlich sein kann, um die Auswirkungen von Alterung, Umgebung und Benutzungshäufigkeit voll zu kompensieren. Schließlich kann es auch Probleme verursachen, Toner schnell zuzugeben oder über längere Zeit zurückzuhalten, beispielsweise in Form von unzureichender reibungselektrischer Ladung des Entwicklers oder von Staubeentwicklung.

Ein anderer Ansatz zur Tonerkonzentrationssteuerung erfolgt über die Regelung der Schwärzung (D/V), wobei die Tonernachfüllung und die Tonerkonzentration derart abgestimmt werden, wie es zur Regelung der Schwärzung auf einen konstanten Wert erforderlich ist. In bisherigen Konfigurationen für diesen Ansatz (US-A-4,847,659 und 4,908,666) wurde die Tonerkonzentration in Verbindung mit D_{max} gesteuert. Indem D_{max} durch Abstimmung von V_0 geregelt wird, wird die Tonerkonzentration so abgestimmt, daß der V_0 Pegel, der erforderlich ist, um den Sollwert von D_{max} zu erhalten, ein V_0 Sollwert ist. Wenn sowohl D_{max} als auch V_0 dem Sollwert entsprechen, ist das Verhältnis von D_{max}/V_0 ein fester Wert. Die tatsächliche Schwärzung wird allerdings durch D_{max}/V_0 nicht genau dargestellt, wenn entweder V_B oder V_F variabel sind, wobei V_F die Fotoleiterspannung unmittelbar nach dem Belichten ist.

Ein allgemeinerer Ausdruck für die Schwärzung wird durch $D/(V_{bias} - V_F)$ angegeben. Es ist oft wünschenswert, D/V über Testflächenmessungen zu überwachen, wobei die Nenndichte der Testfläche kleiner als D_{max} ist.

Testflächen mit niedrigerer Dichte benutzen weniger Toner und sind leichter vom Fotoleiter zu säubern, wenn sie nicht zu einem Empfänger übertragen werden.

In einer in US-A-4,875,078 beschriebenen Ausführungsform wird eine Prozeßvariable, etwa die Schwärzung (D/V), anstelle einer Tonerüberwachung benutzt, um eine konstante Tonerkonzentration zu bewahren. Dieser Ansatz erfordert einen Schwärzungsregler, der zur Regelung der Tonerkonzentration aggressiv abgestimmt wird. Da aber die Elektrometer- und Densitometermessungen, die zur Berechnung der Schwärzung benötigt werden, unterhalb der Tonerstation erfolgen, ist die Schwärzung dennoch ein verzögerter Indikator der Tonerkonzentration. Somit ist die Tonerkonzentrationssteuerung nicht so wirksam wie in einem System, das eine Tonerkonzentrationsüberwachung einsetzt. Ein aggressives Abstimmen des Reglers impliziert zudem eine starke Reaktion aufgrund von benutzungshäufigkeits- und umgebungsbedingten Effekten, wodurch kurzfristige Extremwerte der Tonerkonzentration erreicht werden können.

Die bisherigen Konfigurationen haben zudem die Änderungsrate der Tonerkonzentration nicht begrenzt, so daß unerwünschte kurzfristige Änderungen der Tonerkonzentration auftreten könnten, die eine inkonsistente reibungselektrische Ladung und eine Staumentwicklung des Toners bewirken. Die bisherigen Konfigurationen waren auch nicht darauf ausgelegt, die Entwicklerlebensdauer zu verlängern.

Mit jedem dieser bisherigen Ansätze müssen Entwicklermischungen gelegentlich vorzeitig ausgetauscht werden, weil eine zu starke Staumentwicklung entsteht und die Tonerteilchen auf den Ausdrucken eine Hintergrundschrärzung bewirken.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Regeln der Tonernachfüllung bereitzustellen, die nicht die zuvor genannten Nachteile bisheriger Systeme aufweist.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Verwendung in einem elektrostatischen Gerät vorgesehen, in dem Bilder auf einem elektrostatischen Bildträger erstellt und mittels einer Mischung von Toner und Trägerteilchen zusammengesetzten Entwickler umfassenden Entwicklungsstation entwickelt werden, vorgesehen zum Regeln verschiedener Entwicklungssteuerungs-Parameter in Abhängigkeit von der Bildung getonerter Bereiche auf dem Bildträger, gekennzeichnet durch eine erste Regelungsvorrichtung zum Verarbeiten von Signalen in Abhängigkeit vom Parameter "Schwärzung" gemäß einer automatischen Steuerung dieses Parameters in einem geschlossenen Regelkreis, wobei die erste Regelungsvorrichtung Mittel zur Ausgabe eines ersten Signals (TC(SP)) in Abhängigkeit von der Steuerung des Parameters in dem geschlossenen Regelkreis aufweist, und eine der ersten Regelungsvorrichtung nachgeordnete zweite Regelungsvorrichtung, die auf das Erfassen der Tonerkonzentration in der Entwicklungsstation und auf das erste Signal (TC(SP)) anspricht, um die Tonerkonzentration in einer geschlossenen Regelschleife zu steuern, wobei die zweite Regelungsvorrichtung in Abhängigkeit von der Steuerung der Tonerkonzentration in der geschlossenen Regelschleife ein zweites Signal (TR) abgibt, das zur Steuerung des Nachfüllens von Toner in die Entwicklungsstation und dadurch zum Regeln der Schwärzung verwendet wird.

Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Verwendung in einem elektrostatischen

Prozeß angegeben, bei dem Bilder auf einem elektrostatischen Bildträger erstellt und mittels einer Mischung von Toner und Trägerteilchen zusammengesetzten Entwickler umfassenden Entwicklungsstation entwickelt werden, gekennzeichnet durch Belichten des Bildträgers in einem Bereich, um ein latentes Bild eines Meßfeldes zu erstellen, Entwickeln des Bildes in einer Entwicklungsstation, Regeln des Parameters "Schwärzung" in Abhängigkeit des Bildes durch Erstellen des Bildes gemäß der durch eine automatische Steuerung in einem geschlossenen Regelkreis in Abhängigkeit von diesem Parameter erzeugten Signale (V_F , V_B , $DOUT$) und Ausgabe eines ersten Signals (TC(SP)) in Abhängigkeit von der Steuerung der Signale gemäß dem Parameter in dem geschlossenen Regelkreis, Erfassen der Tonerkonzentration in der Entwicklungsstation und Steuern der Tonerkonzentration in Abhängigkeit vom Erfassen der Tonerkonzentration in der Entwicklungsstation und in Abhängigkeit von dem ersten Signal (TC(SP)) und dadurch Regeln der Schwärzung durch Ausgabe eines zweiten Signals (TR), das in Abhängigkeit von der automatischen Steuerung der Tonerkonzentration entsprechenden Signale in einer geschlossenen Regelschleife erzeugt wird.

Die Erfindung wird im folgenden anhand in der Zeichnung dargestellter bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Seitenansicht eines elektrostatischen Geräts gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 ein Blockdiagramm der in Fig. 1 gezeigten Schalt- und Steuerungseinheit;

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm eines Prozesses zum Ableiten eines Steuerungssignals zum Nachfüllen der Entwicklungsstation des elektrostatischen Geräts aus Fig. 1;

Fig. 4A und 4B Ablaufdiagramme des Prozesses zum Ableiten eines Steuerungssignals zum Nachfüllen der Entwicklungsstation des elektrostatischen Geräts aus Fig. 1;

Fig. 5 eine grafische Darstellung einer Beziehung zwischen Tonerkonzentration (TC) und einem Ausgangssignal durch eine Tonerkonzentrationsüberwachung gemäß der Ausführungsform aus Fig. 1; und

Fig. 6 eine ähnliche Kurve wie die aus Fig. 5 zur Darstellung einer Beziehung zwischen Tonerkonzentration (TC) und einem Ausgangssignal durch eine Tonerkonzentrationsüberwachung gemäß einer anderen Ausführungsform.

Da Vorrichtungen der hier beschriebenen allgemeinen Art bekannt sind, bezieht sich die Beschreibung insbesondere auf Elemente, die Teil der Erfindung sind oder direkt damit zusammenarbeiten.

Um das Verständnis der vorausgehenden Erläuterung zu erleichtern, werden die nachfolgenden Begriffe definiert:

V_B = Elektrodenvorspannung der Entwicklungsstation.

V_0 = Primärspannung (zu Erde) des Fotoleiters unmittelbar nach dem Laden.

Dieser Wert wird auch als "Initialspannung" bezeichnet.

V_F = Fotoleiterspannung (zu Erde) unmittelbar nach Belichtung.

E_0 = Vom Druckkopf erzeugtes Licht.

E = Die tatsächliche Belichtung des Fotoleiters. Das vom Druckkopf erzeugte Licht E_0 beleuchtet den Foto-

leiter und bewirkt auf dem Fotoleiter einen bestimmten Belichtungspegel E.

Die Kontrast- und Dichtesteuerung wird im allgemeinen durch Abstimmen der Pegel von V_0 , E_0 und V_B erreicht. Die entsprechenden Verfahren sind bekannt und in der veröffentlichten Literatur beschrieben.

Ein weiterer in diesem Dokument verwendeter Begriff ist die "Schwärzung", mit der das Verhältnis der Ausgabedichte D zum absoluten Wert der Differenz zwischen V_B und V_F bezeichnet wird, und der sich vorzugsweise auf einen Dichtebereich unterhalb der Maximaldichte bezieht, obwohl die Erfindung die Verwendung von Bereichen maximaler Dichte einschließt. Ein genauerer Wert der Schwärzung wird erzielt, indem man zunächst vom gemessenen Wert V_F einen erwarteten Wert D_d abzieht, der den "Abklingwert" zwischen Elektrometermessung und Tonern darstellt. Da ein kleiner Zeitversatz zwischen dem Leitpunkt besteht, an dem ein belichteter, fotoleitender Bildträger vom Elektrometer gemessen wird und dem Zeitpunkt, an dem er die Tonerzone erreicht, wird der für das Tonern relevante Wert V_F mit dem gemessenen Wert V_F nicht identisch sein. Die Differenz ist auf den Abklingwert zurückzuführen. Der erwartete Wert kann ungefähr abgeleitet werden. Der hier verwendete Begriff "Schwärzung" schließt die Verwendung der genauer oder der weniger genau berechneten Werte für Schwärzung ein.

Bezugnehmend auf Gerät 10 wird, wie in Fig. 1 gezeigt, ein beweglicher Bildträger, z. B. ein Fotoleiterband 18, von einem Motor 20 an einer Reihe von Arbeitsstationen des Druckers vorbeitransportiert. Eine mit einem digitalen Computer versehene Schalt- und Steuereinheit (LCU) 24 beinhaltet ein gespeichertes Programm zum sequentiellen Ansprechen der Arbeitsstationen.

Eine Ladungsstation 28 sensibilisiert Fotoleiterband 18, indem eine gleichmäßige elektrostatische Ladung einer vorgegebenen Primärspannung V_0 auf der Oberfläche des Bandes aufgebracht wird. Der Ausgang der Ladeeinrichtung wird durch eine programmierbare Steuerung 30 geregelt, die ihrerseits durch LCU 24 derart gesteuert wird, daß die Primärspannung V_0 eingestellt wird, indem ein elektrisches Potential (V_{grid}) an einem Gitter gesteuert wird, das in bekannter Weise die Bewegung von Ladungen aus den Ladedrähten zur Oberfläche des Bildträgers steuert.

An einer Belichtungsstation 34 entlädt projiziertes Licht aus einem Schreibkopf die elektrostatische Ladung auf dem Fotoleiterband, um ein Latentbild einer zu kopierenden oder zu druckenden Vorlage zu bilden. Der Schreibkopf weist vorzugsweise eine Anordnung von Leuchtdioden (LEDs) oder sonstigen Lichtquellen auf, um das Fotoleiterband bildelementweise (pixelweise) mit einer Intensität zu belichten, die durch eine programmierbare Steuerung 36 geregelt wird, wie durch LCU 24 vorgegeben. Alternativ hierzu kann die Belichtung durch optische Projektion eines Bildes auf einer Vorlage oder einem Feld auf dem Fotoleiter erfolgen. Nach einer weiteren Alternative werden elektrostatische Latentbilder mit Hilfe nadelförmiger Elektroden oder sonstiger bekannter Mittel zur Bildung derartiger Latentbild erzeugt.

Wo eine LED oder eine andere elektrooptische Belichtungsquelle benutzt wird werden die aufzuzeichnenden Bilddaten durch eine Datenquelle 36 bereitgestellt, die elektrische Bildsignale erzeugt wobei es sich beispielsweise um einen Computer, einen Vorlagenabtaster, einen Speicher, ein Datennetz usw. handeln kann.

Signale von der Datenquelle und/oder LCU können auch Steuersignale für ein Netz von Schreibern usw. vorsehen. Signale von der Datenquelle und/oder LCU können zudem Steuersignale für eine Schreiberschnittstelle 32 bereitstellen, um Belichtungskorrekturparameter in einer Transformationstabelle (LUT) zu bezeichnen, die zur Steuerung der Bilddichte verwendet werden. Um Dichteflächen zu erzeugen, kann die LCU mit einem ROM-Speicher versehen sein, der Daten zur Erzeugung eines Feldes enthält, die in die Datenquelle 36 eingegeben werden können. Die Bewegung von Fotoleiterband 18 transportiert die Bereiche mit den Latentbildern in eine Entwicklungsstation 38. Die Entwicklungsstation besitzt eine (bei Farbe mehrere) Magnetbürsten in korrekter, beabstandeter Anordnung zum Transportweg des Bandes, siehe beispielsweise US-A-4,473,029 und US-A-4,546,060.

LCU 24 aktiviert die Entwicklungsstation in Relation zum Transport der die Latentbilder tragenden Bildbereiche, um die Magnetbürste in Eingriff mit dem Band oder auf einen kleinen Abstand zum Band zu bringen. Die geladenen Tonerteilchen der in Eingriff befindlichen Magnetbürste werden bildweise vom Latentbildmuster angezogen, um das Muster zu entwickeln.

Wie Fachleuten bekannt ist, funktionieren Teile der Entwicklungsstation, etwa leitfähige Auftragszylinder, als Elektroden. Die Elektroden sind an ein variables Gleichspannungspotential V_B angeschlossen, das von einer programmierbaren Steuerung 40 geregelt wird. Details zur Entwicklungsstation werden beispielhaft aufgeführt, sind für die Erfindung aber nicht wesentlich.

Eine Transferstation 46 ist in bekannter Weise vorgesehen, um einen Empfangsbogen S so auf den Fotoleiter aufzulegen, daß er passend zum Bild angeordnet ist, um das Bild auf den Empfangsbogen zu übertragen. Alternativ hierzu kann das Bild auf einen Zwischenträger übertragen und von dort weiter auf den Empfangsbogen übertragen werden. Eine Reinigungsstation 48 wird nach der Transferstation bereitgestellt, um Toner von Fotoleiterband 18 zu entfernen, damit die Oberfläche für die Bildung weiterer Bilder erneut verwendet werden kann. Anstelle eines Bandes kann auch eine Fotoleitertrommel oder eine andere Einrichtung als Bildträger benutzt werden. Nach Übertragen der unfixierten Tonerbilder auf einen Empfangsbogen wird der Bogen zu einer Fixierstation 49 transportiert, wo das Bild fixiert wird.

Die LCU übernimmt die gesamte Steuerung der Vorrichtung und ihrer verschiedenen Untersysteme auf bekannte Weise. Da das Programmieren kommerziell erhältlicher Mikroprozessoren Fachleuten vertraut ist, ist die folgende Beschreibung so abgefaßt, daß ein Programmierer mit üblichen Kenntnissen ein geeignetes Steuerprogramm für einen derartigen Mikroprozessor erstellen kann. Anstelle mit Mikroprozessoren können die hier beschriebenen Schaltoperationen durch oder in Verbindung mit anwendungsspezifischen oder programmierbaren Logikschaltungen realisiert werden.

Bezugnehmend auf Fig. 2 wird ein Blockdiagramm einer typischen LCU 24 gezeigt. Die LCU umfaßt einen temporären Datenspeicher 52, eine zentrale Verarbeitungseinheit 54, eine Taktsteuereinheit 56 und eine programmierbare Steuerung 58. Die Ein- und Ausgabe der Daten erfolgt sequentiell durch oder unter Steuerung eines Programms. Die Eingabedaten werden entweder durch Eingangssignalpuffer 60 an einen Eingangsdatenprozessor 62 oder über einen Interruptsignalprozessor 64 angelegt. Die Eingangssignale werden aus verschied-

denen Schaltern, Sensoren und Analog-/Digitalumsetzern abgeleitet, die Teil der Vorrichtung 10 sind oder von Quellen außerhalb der Vorrichtung 10 empfangen werden.

Die ausgegebenen Daten- und Steuersignale werden direkt oder über Speicherflipflops 66 an geeignete Ausgabetreiber 68 angelegt. Die Ausgabetreiber sind mit entsprechenden Subsystemen verbunden.

In der Prozeßsteuerung werden normalerweise verschiedene Sensoren benutzt, um eine Echtzeitsteuerung des elektrostatisches Prozesses zu ermöglichen, und um aus Sicht des Benutzers eine "konstante" Bildausgabequalität zu erzielen.

Ein derartiger Sensor kann ein Densitometer 76 sein, das in bekannter Weise die Entwicklung von Testfeldern in bildfreien Bereichen des Fotoleiterbandes 18 überwacht. Das Densitometer soll dafür sorgen, daß das Transmissions- oder Reflexionsvermögen eines Tonerfeldes auf dem Band aufrechterhalten wird. Das Densitometer kann aus einer Infrarot-LED bestehen, die durch das Band leuchtet oder von dem Band auf eine Fotodiode reflektiert wird. Die Fotodiode erzeugt eine Spannung, die proportional zur Menge des empfangenen Lichts ist. Diese Spannung wird mit der durch Transmission oder Reflexion eines leeren Feldes erzeugten Spannung verglichen, um ein Signal zu erzeugen, das für eine geschätzte Tonerdichte repräsentativ ist. Dieses Signal D_{out} kann benutzt werden, um V_0 , E_0 oder V_B einzustellen und, wie zuvor erwähnt, die Erhaltung der richtigen Konzentration von Tonerteilchen in der Entwicklermischung zu unterstützen.

In der bevorzugten Ausführungsform wird das Dichtesignal benutzt, um kurzfristige Änderungen in der Dichte eines Meßfeldes zu ermitteln, um dann die Primärspannung V_0 , E_0 und/oder V_B zu steuern. Hierzu wird D_{out} mit einem Solldichtewert oder Signal $D(SP)$ verglichen, wobei Unterschiede zwischen D_{out} und $D(SP)$ bewirken, daß die LCU die Einstellung von V_{grid} an der Ladungsstation 28 ändert oder die Belichtung durch Änderung der Belichtungsdauer oder der Lichtstärke zur Aufzeichnung eines Pixels und/oder die Einstellung des Potentials V_B an der Entwicklungsstation abgleicht. Diese Änderungen erfolgen gemäß den Werten, die in dem LCU-Speicher abgelegt sind, beispielsweise als Transformationstabelle.

Erfindungsgemäß werden langfristige Änderungen der Schwärzung kompensiert, indem der Sollpunkt eines TC-Reglers 57 für die Tonerkonzentration (TC) abgeglichen wird. Der TC-Regler 57 stellt wiederum die kurzfristige Tonernachfüllrate ein. In einem Zweikomponentenentwickler, der in der Entwicklungs- oder Tonerstation 38 bereitgestellt wird, verbraucht sich der Toner während des Einsatzes, während die magnetischen Trägereilchen dort verbleiben, was die Tonerkonzentration in der Entwicklungsstation beeinträchtigt. Aus einer Tonernachfülleinrichtung 39, die eine Tonerquelle und eine Tonerschnecke zum Transportieren des Toners in die Entwicklungsstation umfaßt, kann Toner zur Entwicklungsstation zugefügt werden. Ein Nachfüllmotor 41 ist als Antrieb für die Tonerschnecke vorgesehen. Eine Steuerung 43 für den Nachfüllmotor steuert die Drehzahl sowie die Betriebszeiten der Schnecke und somit die Zuführrate und die Nachfüllzeiten. Normalerweise arbeitet die Motorsteuerung 43 mit verschiedenen Einschaltzeiten, die über ein Tonernachfüllsignal TR gesteuert werden, das an die Nachfüllmotorsteuerung 43 angelegt wird. Normalerweise wird das Signal TR in Abhängigkeit davon erzeugt, daß eine To-

nerüberwachung eine Tonerkonzentration ermittelt, die unter einem Sollwert liegt. Bei einem Tonerüberwachungsfühler kann es sich beispielsweise um einen Meßwandler handeln, der sich innerhalb oder in Nähe der Entwicklungsstation befindet oder dort angebracht ist und ein Signal in Relation zur Tonerkonzentration bereitstellt. Dieses Signal wird an die Tonerüberwachung übergeben, die in einer herkömmlichen Tonerüberwachung ein Spannungssignal V_{MON} gemäß einer vorgegebenen Beziehung zwischen V_{MON} und TC erzeugt (siehe Fig. 6). Die Spannung V_{MON} wird dann mit einer festgelegten Spannung von beispielsweise 2,5 Volt verglichen, die für eine gewünschte Tonerkonzentration von beispielsweise 10% erwartet würde. Abweichungen des Wertes V_{MON} von dieser festgelegten Spannung dienen dazu, die Tonernachfüllrate oder das Tonernachfüllsignal TR abzugleichen. In einer Tonerüberwachung mit weitergehenden Einstellmöglichkeiten, wie der von Hitachi Metals, Ltd, bietet die vorgegebene Beziehung zwischen TC und V_{MON} einen Bereich von Steuerungsmöglichkeiten zur Auswahl an. Mit Bezug auf Fig. 5 kann eine bestimmte parametrische Beziehung zwischen TC und V_{MON} gemäß einem Spannungseingangssignal gewählt werden, das ein Sollsignal $TC(SP)$ für eine Tonerkonzentration darstellt. Hierdurch können Änderungen des Signals $TC(SP)$ die Nachfüllrate ändern, indem sie darauf Einfluß nehmen, wie die Einrichtung auf Änderungen in Tonerkonzentration reagiert, die durch die Tonerüberwachung festgestellt wurden. Die Erzeugung des Signals $TC(SP)$ und dessen Auswirkung auf die erfindungsgemäße Tonernachfüllung wird nachfolgend beschrieben.

Mit Bezug auf Fig. 1, 3 und den Ablaufplan von Fig. 4A und 4B wird die LCU so programmiert, daß sie periodisch in eine Betriebsart eintritt, in der ein Feld von vorgegebener Nenndichte erzeugt wird. Hierzu wird das Band belichtet und mit Toner entwickelt, und zwar vorzugsweise in einem Zwischenbildbereich. Nach Belichten des Feldes wird die auf dem belichteten Bereich des Feldes verbleibende Ladung vor der Entwicklung mit einem Elektrometer 50 gemessen, das ein Signal V_F erzeugt, oder, wie zuvor erwähnt, $V_F - D_d$. Die Feldichte D_{out} (vorzugsweise die Transmissionsdichte) wird nach Entwickeln des Feldes gemessen und benutzt, um V_0 , V_B usw. einzustellen, wie zuvor erwähnt. Sie wird allerdings auch benutzt, um den Wert der Schwärzung (D/V) zur Erzeugung dieses Feldes zu ermitteln. Der gemessene Wert D_{out} kann auch auf Transmissionsverluste des zur Messung von D_{out} verwendeten Lichtes abgeglichen werden, die dadurch entstehen, daß dieses Licht durch das Band tritt. Der Wert D/V kann allgemein als $D_{out}/|V_B - V_F|$ berechnet werden. Ein genauerer Wert von D/V kann statt dessen durch Berücksichtigung des Abklingwerts berechnet werden. Unter Berücksichtigung des Abklingwerts ist $D/V = D_{out}/|V_B - (V_F - D_d)|$. Für jedes Feld werden mehrere Schwärzungswerte erzeugt, die ermittelt wurden, indem verschiedene Teile des Meßfeldes ausgelesen wurden, so daß ein diesen Werten entsprechendes Durchschnittssignal erzeugt wird, bevor es ein Tiefpaßfilter 51 durchläuft. Das Filter 51 kann das vorliegende Schwärzungssignal für das aktuelle Feld gemäß einer Beziehung filtern, in der der Ausgabewert des Filters 51 $DV_n = \beta (D/V)_{n-1} + (1-\beta) (D/V)_n$ ist, wobei D/V_{n-1} einen gefilterten Schwärzungswert für das vorherige Feld darstellt und $(D/V)_n$ einen für das aktuelle Feld berechneten Schwärzungswert darstellt, der vorzugsweise ein Mittelwert für das Feld ist. Der Wert β ist eine Konstante im

Bereich zwischen 0 und 1. Wenn erhebliches Prozeß- oder Meßrauschen die berechnete Schwärzung nachteilig beeinflußt, liegt β näher an 1. Für die anfängliche Berechnung von D/V ist $\beta = 0$.

Der Ausgabewert des Filters 51 ist ein gefilterter Wert der Schwärzung D/V darstellendes Signal, das dann mit einem Sollwert für die Schwärzung $D/V(SP)$ verglichen wird, der experimentell ermittelt wurde. Der Wert $D/V(SP)$ kann eine Konstante oder ein Wert sein, der sich mit dem Alter der Entwicklermischung und/oder der relativen Luftfeuchtigkeit (RH) ändert. In diesem Fall kann der LCU eine Transformationstabelle zugeordnet werden, um $D/V(SP)$ gemäß einer Veränderung der Parameter "Entwickleralter" oder "RH" zu ändern. Ein Unterschied zwischen den beiden Werten stellt einen Fehler E dar. Dieser Fehler wird durch einen Integralregler oder einen als Integralregler arbeitenden Integralalgorithmus nach Zeit integriert. Der Integralregler ist so abgestimmt oder eingestellt, daß seine Ausgangssignale relativ träge auf seine Eingangssignale reagieren. Ein Komparator 53a zur Erzeugung des Fehlersignals E sowie ein Integralregler 53b bilden eine erste Stufe einer zweistufigen Kaskadensteuerung zur Erzeugung des Tonernachfüllsignals. Die erste Stufe 53 erzeugt ein Ausgabesignal, das ein Tonerkonzentrations-Sollsignal $TC(SP)$ darstellt, das an die Tonerkonzentrationsüberwachung angelegt wird, die ähnliche Eigenschaften hat wie in Fig. 5 dargestellt.

Um die zuvor beschriebenen Schritte zu klären, werden Beispielberechnungen gezeigt, die mit der Belichtung eines Feldes beginnen und mit dem Abstimmen des Signals $TC(SP)$ in Abhängigkeit mit den Elektrometer- und Densitometermessungen dieses Feldes fortfahren. Die Meßfelder werden in Intervallen nach Steuerung durch die LCU belichtet. Diese Intervalle können festgelegt oder variabel sein, je nach vorausgehendem Betriebsablauf. Die Felder können mit kürzeren Intervallen während des Anlaufs nach längerer Ruhephase geschrieben werden, so daß während einer Startphase möglicherweise häufigere Feldmessungen vorgenommen werden, wenn sich die Bildeigenschaften, wie Schwärzung, voraussichtlich schnell ändern. Ein häufigerer Abgleich von V_0 , V_B und E kann dann aus häufigeren Messungen berechnet werden. Dies kann erforderlich sein, um schnell wechselnde Bildeigenschaften zu kompensieren. Nachdem ein Feld belichtet worden ist, durchläuft es Elektrometer 50, das ein Signal V_F erzeugt. Angenommen, ein Signal V_F stellt ein Oberflächenpotential auf Band 18 von 200 Volt dar. Dieser Wert kann ein Mittelwert aus mehr als einer Messung in diesem Feld sein. Der Nennabklingwert D_d , der während der Transferzeit vom Elektrometer zur Tonerstation auftritt, wurde zuvor mit beispielsweise 5,0 Volt ermittelt. Dieser Wert wurde in der LCU gespeichert. In diesem Beispiel beträgt das Oberflächenpotential des Feldes bei Erreichen der Tonerzone demnach ca. $200 - 5 = 195$ Volt. Nach den Elektrometermessungen wird das Feld durch die Entwicklungsstation getont. Angenommen, die Vorspannung der Entwicklungsstation beträgt in diesem Beispiel $V_B = 400$ Volt. Nach dem Tonern durchläuft das Feld das Densitometer 76. Der gemessene Wert für die Transmissionsdichte für das getonerte Feld beträgt beispielsweise 4,0 Volt. Angenommen, der Dichtewert für diesen Bereich des Bandes ohne Toner wurde vorher mit 1,0 Volt gemessen und in der LCU gespeichert, dann berechnet sich die abgegliche Tonerdichte des Feldes aus $4,0 - 1,0 = 3,0$ Volt. Die Schwärzung D/V wird dann aus diesem Feld wie folgt berech-

net: $3,01/(400 - (200 - 5)) = 3,0/205 = 0,0146$.

Um die Auswirkungen des Meßrauschens zu mindern, wird dieser Wert einer Tiefpaßfilterberechnung übergeben, um eine gefilterte Berechnung von D/V zu erhalten, die als D/V bezeichnet wird. Angenommen, die vorherige Berechnung von D/V oder $(D/V)_{n-1}$ ergab 0,0150, und der Filterfaktor β betrug 0,75. Der neue Wert wird dann als $D/V = 0,75 \times 0,0150 + (1 - 0,75) \times 0,0146 = 0,0149$ berechnet. Angenommen, der gewünschte Wert für D/V ist $D/V(SP) = 0,0145$. Der Fehler wird als $E = 0,0145 - 0,0149 = -0,0004$ berechnet. Dieser negative Fehlerwert zeigt an, daß der Wert von D/V derzeit erhöht ist (aufgrund langfristiger Alterung oder möglicherweise anderer, kurzfristiger Effekte).

Der Fehler E wird an den Integral-"Hauptregler" 53b übergeben, um einen angepaßten Wert $TC(SP)$ zu berechnen. Der Integralregler kann zur Vereinfachung des Kalkulationsprozesses gemäß der Gleichung $TC(SP)_n = TC(SP)_{n-1} + K_1 E_n$ arbeiten. Angenommen, der vorherige Wert von $TC(SP)$ betrug 10%, und die Verstärkungskonstante K_1 betrug 2,0. Der neue Wert $TC(SP)$ oder $TC(SP)_n$ wird berechnet mit $TC(SP)_n = 10 + 2,0 \times (-0,0004) = 9,9992$. Der Wert von K_1 ist klein, so daß einzelne Änderungen von $K_1 \times E$ für vertretbare Werte von E ebenfalls klein sind. Kumulierte Konkurrenzwerte über kurzfristige Änderungen hinsichtlich Umgebung und Einschalthäufigkeit sind ebenfalls klein. Längerfristige, kumulierte Korrekturen können jedoch mit fortlaufender Entwickleralterung groß werden (bis zu mehreren % von TC). Der für K_1 benötigte numerische Wert hängt von der Korrekturhäufigkeit (Feldfrequenz) ab. In unserem Beispiel beträgt die TC-Korrektur $K_1 \times E = -0,0008\%$ TC. Diese Korrektur ist keine signifikante Änderung von $TC(SP)$. Angenommen, der Wert von $E = -0,0004$ (im Durchschnitt) hält über mehrere Tage und 1000 Felder an. Die 1000 Felder stellen beispielsweise 100 000 Drucke mit einer durchschnittlichen Feldfrequenz von 1 Feld pro 100 Drucken dar. Dann würde die kumulierte Korrektur $-0,8\%$ TC sein, was eine kleine, aber signifikante Änderung innerhalb dieses Zeitraums darstellt und zur Kompensation des Alterungseffekts dient.

Das Signal $TC(SP)$ dient zur Ermittlung, welche Linie oder Kurve aus Fig. 5 benutzt wird, um eine vorgegebene Beziehung zwischen einem Ausgabesignal V_{MON} von der Tonerkonzentrationsüberwachung 57c und einem Eingangssignal zur Überwachung vom Meßfühler der TC-Überwachung 57e herzustellen. Obwohl in Fig. 5 nur drei Linien dargestellt werden, sei darauf hingewiesen, daß wesentlich mehr Linien oder sogar ein Kontinuum derartiger Linien vorhanden sein könnte. Änderungen der Tonernachfüllung von Ausdruck zu Ausdruck können schnelle Änderungen des Signals V_{MON} bewirken. Das Signal V_{MON} wird von einem Komparator 57b mit einem konstanten Signal von 2,5 V verglichen. Ein Differenzsignal A wird einem Proportional-/Integralregler (P+I-Regler) 57a oder einem Algorithmus übergeben, der wie ein derartiger Regler arbeitet. Der P+I-Regler ist so eingestellt, daß er relativ schnell auf Δ -Eingangssignale reagiert. Ebenso wie V_{MON} kann sich auch Δ aufgrund des Tonerverbrauchs von Ausdruck zu Ausdruck schnell ändern. Das Ausgangssignal des P+I-Reglers 57a stellt ein vorläufiges Tonernachfüllsignal TRp dar. Das Signal TRp kann durch ein Signal modifiziert werden, das ein Maß für die Tonerentnahme auf Basis einer Pixelzählung darstellt. Wenn das Belichtungssystem auf elektrooptischer Belichtung des Fotoleiterbandes beruht, wird die Tonerentnahme mit der

Anzahl der belichteten Pixel in Beziehung gesetzt, wobei vorausgesetzt wird, daß dies ein Entwicklungsprozeß ist, bei dem die entladenden Bereiche entwickelt werden. Wenn die elektrooptische Belichtungsquelle Graustufen oder mehrere Bits pro Pixel umfaßt, kann das Zählergebnis kumulierte Graustufenbelichtungen erfassen und das Zählergebnis entsprechend gewichten, damit es der Tonerentnahme entspricht. Der Einsatz der Pixelzählung zur Änderung eines Tonernachfüllsignals ist, wie zuvor erläutert, bekannt und wird als wahlweise Möglichkeit zum erfindungsgemäßen Verfahren und zur erfindungsgemäßen Vorrichtung betrachtet. Der Komparator 57b, der P+I-Regler 57a und der auf der Pixelzählung basierende Modifizierer 57d bilden eine zweite oder nachgeordnete Stufe der zweistufigen, kaskadierten Regelungsanordnung, die benutzt wird, um das Tonernachfüllsignal TR zu erzeugen. Zur Vereinfachung der Berechnungen kann der P+I-Regler nach der Gleichung $TR_{pn} = TR_{p(n-1)} + K_2(\Delta_n - \Delta_{(n-1)}) + K_3\Delta_n$ arbeiten, wobei TR_{pn} das momentane, vorläufige Tonernachfüllsignal ist, $TR_{p(n-1)}$ das vorherige berechnete, vorläufige Tonernachfüllsignal, Δ_n die momentane Differenz zwischen V_{MON} und 2,5, $\Delta_{(n-1)}$ die zuvor berechnete Differenz zwischen V_{MON} und 2,5 und K_2 sowie K_3 Konstanten sind.

Die besten Werte für K_2 und K_3 hängen von der Empfindlichkeit S der TC-Überwachung sowie von dem Nachfüllmengenwachstum G ab, der nach den nachfolgend beschriebenen beiden Verfahren ermittelt werden kann. Die beste TC-Regelung in einer gegebenen Konfiguration K_2 und K_3 kann so eingestellt werden, daß die Zuwachsraten K_2SG und K_3SG vorgegebene, optimale Werte sind, die experimentell oder durch Simulation ermittelt wurden.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung können auch mit einer Tonerüberwachung benutzt werden, deren Kenngröße der in Fig. 6 gezeigten entspricht, die also eine feste parametrische Beziehung zwischen V_{MON} und dem gemessenen TC-Wert vorsieht. Wenn eine derartige Tonerüberwachung benutzt wird, wird das von dem D/V-Hauptregler 53 ausgegebene Signal TC(SP) an einen Eingang von Komparator 57b anstelle des konstanten Signals von 2,5 Volt übergeben, und anschließend wird TC(SP) mit V_{MON} verglichen, um das Signal Δ zu erzeugen.

Die Erfindung stellt somit eine kaskadierte, zweistufige Regelungsanordnung zur Erzeugung eines Tonernachfüllsignals zur Verfügung. Den Hauptteil der Einrichtung bildet eine Regelungsanordnung für den Parameter "Schwärzung", die auf Änderungen der Schwärzung gegenüber einem Sollwert reagiert, um ein Sollwertsignal für Tonerkonzentration zu erzeugen. Ein zweiter oder nachgeordneter Teil der kaskadierten Regelungsanordnung umfaßt die Rückkopplung mittels Tonerkonzentrationsmessungen und die Erzeugung eines Tonernachfüllsignals durch eine nachgeordnete Regelungsanordnung, die auf das Ausgangssignal des Hauptreglers für die Schwärzung anspricht sowie auf das Rückkopplungssignal für die Tonerkonzentration.

Somit wird eine neuartige Regelungsanordnung vorgesehen, die die zuvor genannten Nachteile überwindet, und die entweder durch Hardware und/oder durch entsprechend programmierte Computer oder Microcomputer implementiert werden kann.

Somit wird ein neues Verfahren und eine neue Vorrichtung zur Prozeßregelung vorgesehen, das bzw. die die Schwärzung (D/V) regelt. In Intervallen werden Prozeßregelungs-Meßfelder belichtet und getonet, so

daß ein internes Elektrometer und ein internes Durchlichtdensitometer die Werte V_F bzw. D_{out} auslesen kann. Wenn der Wert V_B bekannt ist, kann D/V in der LCU des Geräts berechnet und mit dem gewünschten Wert für D/V verglichen werden. Da eine direkte Beziehung zwischen TC und D/V besteht, werden der TC-Sollwert und der Nachfüllalgorithmus entsprechend dem D/V-Fehler DV korrigiert. Die Korrektur-Geschwindigkeit des TC-Sollwerts ist insofern begrenzt, als daß die Änderung des TC-Wertes im Rahmen der Entwickleralterung sehr graduell verläuft. Im Rahmen dieser Begrenzung ändert sich der Wert TC bei relativ kurzfristigen Schwankungen der Umgebung oder Benutzungshäufigkeit nicht erheblich. Die kurzfristigen Dichteschwankungen werden durch sofortige Korrektur von beispielsweise Ladung und/oder Belichtung kompensiert, während langfristige Änderungen durch graduelle Abstimmungen des TC-Wertes kompensiert werden.

Ein Vorteil des zuvor beschriebenen Verfahrens der DIV-Regelung besteht darin, daß der Umfang der Justierungen zur Prozeßregelung in einer Weise verteilt wird, die dazu dient, Probleme zu vermeiden, die dann auftreten, wenn ein Korrekturwert in extremer Weise geändert wird. Die kurzfristigen Auswirkungen werden sofort durch Änderung der Ladung und/oder Belichtung sowie der Vorspannung V_B der Tonerstation kompensiert. Die längerfristigen Auswirkungen, die auf Entwickleralterung zurückzuführen sind, werden durch Regelung von D/V kompensiert. Mit zunehmendem Alter neigen Entwickler zu einer Verringerung des Verhältnisses Ladung/Masse (Q/M) und zu einer Erhöhung der Schwärzung (D/V). Um diesen Alterungseffekt zu vermeiden, wird die Tonerkonzentration graduell verringert, und D/V wird konstant gehalten, ausgenommen bei kurzfristigen Schwankungen. Indem diese extremen Nachfüllwerte vermieden werden, die erforderlich wären, um die Tonerkonzentration schnell zu ändern, erfolgt die reibungselektrische Ladung der Entwicklermischung konsistenter, gleichzeitig wird die Staubbildung verringert.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß das graduelle Absinken der Tonerkonzentration den alterungsbedingten Rückgang im Verhältnis von Ladung zu Masse (Q/M) verlangsamt oder verzögert, so daß eine Staubbildung und Hintergrundbildung längere Zeit unterbleibt. Zweikomponentenentwickler weisen im allgemeinen eine Alterung der reibungselektrischen Ladungsfähigkeit des Trägers insofern auf, als daß sich die Ladungsrate und der ausgewogene Ladungspegel mit zunehmendem Gebrauch verringern. Physikalisch ist das auf ein "Verschlammn" der Trägeroberfläche mit dem Tonermaterial zurückzuführen. Ein Absinken der Tonerkonzentration bewirkt eine höhere Ladungsrate, was den Alterungseffekten entgegenwirkt. Im Vergleich zu einem Betrieb mit während der gesamten Entwicklerlebensdauer festgelegter Tonerkonzentration braucht der Entwickler daher erst viel später ausgewechselt zu werden.

Die in Fig. 5 und 6 dargestellten parametrischen Beziehungen zwischen TC und V_{MON} basieren allgemein auf Sollannahmen aufgrund der Daten des Herstellers oder aufgrund der Erfahrung mit Tonerüberwachungen im allgemeinen. Eine weiter verbesserte Tonerkonzentrationsregelung kann erreicht werden indem man die Unsicherheit in der Ansprechempfindlichkeit der Tonerkonzentrationsüberwachung und im Nachfüllmengenwachstum reduziert. Der Nachfüllmengenwachstum bezieht sich auf die Steuerung der Schneckenfördermenge und umfaßt das Gewicht des pro Zeiteinheit zu-

geführten Toners. Gemäß dem verbesserten Verfahren ist die Entwicklungsstation mit einem bekannten Gewicht frischen Entwicklers geladen. Der Prozentwert der Tonerkonzentration ist ebenfalls bekannt. Vorzugsweise wird die anfängliche Tonerkonzentration mit dem gewünschten Wert TC(SP) gleichgesetzt. Der Meßfühler der Tonerüberwachung ist an oder in der Entwicklungsstation in seiner normalen Betriebsstellung befestigt. Die anfängliche Ausgangsspannung V_{MON} der Überwachung wird von der Geräteschaltung registriert. Anhand der üblichen Verfahren wird die Bilderzeugung geprüft, um sicherzustellen, daß der Kopierer oder Drucker so eingerichtet ist, daß ein normaler Wert D_{max} und ein normaler Tonwertumfang produziert werden. Dann erfolgt der erste Kalibrierungslauf, bei dem eine vorgegebene Toner Menge aus der Entwicklungsstation verbraucht wird. In diesem Lauf wird ein Referenzdruck mit bekanntem Tonerverbrauch pro Druck für eine vorgegebene Anzahl von Drucken erzeugt, wobei ein bekanntes Tonergewicht aus der Entwicklungsstation verbraucht wird, und wobei die Tonerkonzentration um einen bekannten Prozentsatz sinkt. Während dieses ersten Kalibrierungslaufs erfolgt keine Nachfüllung. Die Differenz in der Überwachungsausgangsspannung V_{MON} wird von der Geräteschaltung zwischen Beginn und Ende dieses ersten Kalibrierungslaufs registriert. Die Schaltung berechnet dann die Ansprechempfindlichkeit der Überwachung in Volt pro prozentualer Änderung der Tonerkonzentration.

Der Nachfüllmengenwuchs wird in einem zweiten Kalibrierungslauf kalibriert, der dem ersten Kalibrierungslauf zur Ermittlung der Überwachungsempfindlichkeit unmittelbar folgt. Ohne jegliche Bilder zu tonern, wird die Tonernachfülleinrichtung 39 aktiviert. Es wird jeweils etwas Toner zur Tonerstation zugeführt, wo er dem Entwickler gleichmäßig zugemischt wird. Die Überwachungsausgangsspannung V_{MON} ändert sich, während die Tonerkonzentration steigt. Wenn V_{MON} den zu Beginn des ersten Kalibrierungslaufs registrierten anfänglichen Wert erreicht, befindet sich die Tonerkonzentration wieder auf ihrem anfänglichen Sollwert. Das Gewicht des verbrauchten (und dann nachgefüllten) Toners und die Änderung der resultierenden Tonerkonzentration wird durch die Anzahl der Referenzdrucke vorbestimmt. Die Geräteschaltung berechnet den Nachfüllzuwachs G als die Änderung in der Tonerkonzentration dividiert durch die gesamte Nachfüllzeit. Der Nachfüllzuwachs G wird gespeichert, um die gesamten Zuwachsprодукte der Regelungsvorrichtung zu ermitteln, wie zuvor beschrieben.

Zwar wurden zuvor die als bevorzugt erachteten Ausführungsformen der Erfindung erläutert, aber es können selbstverständlich viele Abwandlungen und Änderungen daran vorgenommen werden, ohne vom Schutzbereich der Erfindung abzuweichen. Die nachfolgenden Ansprüche decken daher sämtliche derartigen Änderungen und Abwandlungen ab, soweit sie unter den Schutzbereich der Patentansprüche fallen.

Patentansprüche

1. Zur Verwendung in einem elektrostatisches Gerät, in dem Bilder auf einem elektrostatischen Bildträger erstellt und mittels einer einen aus einer Mischung von Toner und Trägerteilchen zusammengesetzten Entwickler umfassenden Entwicklungsstation (38) entwickelt werden, ist eine Vorrichtung vorgesehen zum Regeln verschiedener

Entwicklungssteuerungs-Parameter in Abhängigkeit von der Bildung getonerter Bereiche auf dem Bildträger, gekennzeichnet durch

eine erste Regelungsvorrichtung (53) zum Verarbeiten von Signalen in Abhängigkeit vom Parameter "Schwärzung" gemäß einer automatischen Steuerung dieses Parameters in einem geschlossenen Regelkreis, wobei die erste Regelungsvorrichtung Mittel (53b) zur Ausgabe eines ersten Signals (TC(SP)) in Abhängigkeit von der Steuerung des Parameters in dem geschlossenen Regelkreis aufweist, und

eine der ersten Regelungsvorrichtung nachgeordnete zweite Regelungsvorrichtung (57), die auf das Erfassen der Tonerkonzentration in der Entwicklungsstation (38) und auf das erste Signal (TC(SP)) anspricht, um die Tonerkonzentration in einer geschlossenen Regelschleife zu steuern, wobei die zweite Regelungsvorrichtung in Abhängigkeit von der Steuerung der Tonerkonzentration in der geschlossenen Regelschleife ein zweites Signal (TR) abgibt, das zur Steuerung des Nachfüllens von Toner in die Entwicklungsstation (38) und dadurch zum Regeln der Schwärzung verwendet wird.

2. Regelungsvorrichtung nach Anspruch 1 in Kombination mit Nachfüllmitteln (39) zwecks Zuführung von Toner zur Entwicklungsstation (38), wobei die Nachfüllmittel (39) abhängig sind von dem zweiten Signal, um die Tonerzuführung zur Entwicklungsstation (38) in Abhängigkeit von dem zweiten Signal einzustellen.

3. Kombination nach Anspruch 2, wobei die Nachfüllmittel (39) eine Schnecke für den Transport des Toners zu einer Entwicklungsstation (38) umfassen, einen mit der Schnecke verbundenen Motor (41) zum Antreiben der Schnecke und eine mit dem Motor (41) zur Steuerung der Betriebsart des Motors in Abhängigkeit von dem zweiten Signal verbundene Motorsteuerung (43).

4. Kombination nach Anspruch 3 in weiterer Kombination mit dem elektrostatischen Bildträger (18), einem Schreibmittel (34) zur Bildung latenter elektrostatischer Bilder auf dem Bildträger, der Entwicklungsstation (38) zum Entwickeln des latenten elektrostatischen Bildes und Mitteln (46) zum Übertragen eines entwickelten Bildes auf einen Empfangsbogen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 mit Mitteln (40, 50, 76) zur Berechnung der Schwärzung eines Feldes und Mitteln (51) zur Tiefpaßfilterung berechneter Schwärzungswerte sowie Mitteln (53) zur Bereitstellung gefilterter Schwärzungswerte als Signal zur automatischen Steuerung dieses Parameters.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5 mit Mitteln (53a) zum Vergleichen gefilterter Schwärzungswerte mit einem Schwärzungssollwert und zum Erzeugen eines Fehlerwertes, der Unterschiede zwischen gefilterten Schwärzungswerten und dem Schwärzungssollwert darstellt, sowie Mitteln (53b) zur Integration der Fehlerwerte über der Zeit zum Erzeugen des ersten Signals.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die zweite Regelvorrichtung (57) ein Tonerkonzentrationsüberwachungseinrichtung (57c) aufweist, die ein Ausgangssignal (V_{MON}) erzeugt und die einen ersten Eingangsanschluß zum Empfangen eines Signals aus einem Meßfühler (57e) aufweist, der an der Entwicklungsstation (38) befestigt ist und ein

drittes Signal (TC) relativ zur Tonerkonzentration in der Entwicklerstation erzeugt, sowie einen zweiten Eingang zum Empfangen des ersten Signals (TC(SP)), wobei die Tonerkonzentrationsüberwachungseinrichtung eine parametrische Beziehung zwischen dem Ausgangssignal (V_{MON}) und dem dritten Signal (TC) herstellt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7 mit Mitteln (57b) zum Vergleichen des Ausgangssignals (V_{MON}) mit einem konstanten Wert und zum Erzeugen von Differenzwerten und Mitteln (57a) zur Integration dieser Differenzwerte zwecks Erzeugung des zweiten Signals (TR).

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 mit Mitteln (57b) zum Vergleichen des Ausgangssignals (V_{MON}) mit einem konstanten Wert und zum Erzeugen von Differenzwerten und Mitteln (57a) zur Integration dieser Differenzwerte zwecks Erzeugung eines vorläufigen Tonernachfüllsignals und Mitteln (57d) zum Erzeugen dieses vorläufigen Tonernachfüllsignals in Abhängigkeit von der Pixelzählung, um das zweite Signal (TR) zu erzeugen.

10. Verfahren zur Verwendung in einem elektrostografischen Prozeß, bei dem Bilder auf einem elektrostatischen Bildträger erstellt und mittels einer einen aus einer Mischung von Toner und Träger-
teilchen zusammengesetzten Entwickler umfassenden Entwicklungsstation (38) entwickelt werden, gekennzeichnet durch

Belichten des Bildträgers in einem Bereich, um ein latentes Bild eines Meßfeldes zu erstellen, Entwickeln des Meßfeldes in einer Entwicklungsstation (38),

Regeln des Parameters "Schwärzung" in Abhängigkeit von einer Kenngröße des Meßfeldes durch Erstellen des Bildes gemäß der durch eine automatische Steuerung in einem geschlossenen Regelkreis in Abhängigkeit von diesem Parameter erzeugten Signale (V_F, V_B, DOUT) und Ausgabe eines ersten Signals (TC(SP)) in Abhängigkeit von der Steuerung der Signale gemäß dem Parameter in dem geschlossenen Regelkreis,

Erfassen der Tonerkonzentration in der Entwicklungsstation (38) und Steuern der Tonerkonzentration in Abhängigkeit vom Erfassen der Tonerkonzentration in der Entwicklungsstation und in Abhängigkeit von dem ersten Signal (TC(SP)) und dadurch Regeln der Schwärzung durch Ausgabe eines zweiten Signals (TR), das in Abhängigkeit von der automatischen Steuerung der der Tonerkonzentration entsprechenden Signale in einer geschlossenen Regelschleife erzeugt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10 gekennzeichnet durch das Einstellen der Tonerzuführung zur Entwicklungsstation (38) in Abhängigkeit von dem zweiten Signal (TR).

12. Verfahren nach Anspruch 10 gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Berechnung der Schwärzung eines Feldes,
- Tiefpaßfilterung der berechneten Schwärzungswerte und
- Bereitstellen gefilterter Schwärzungswerte als Signal zur automatischen Steuerung dieses Parameters.

13. Verfahren nach Anspruch 12 mit folgenden Schritten:

- Vergleichen gefilterter Schwärzungswerte mit einem Schwärzungssollwert und zum Er-

zeugen eines Fehlerwertes, der Unterschiede zwischen gefilterten Schwärzungswerten und dem Schwärzungssollwert darstellt und

- Integration der Fehlerwerte über der Zeit zum Erzeugen des ersten Signals (TC(SP)).

14. Verfahren nach Anspruch 13 mit folgenden weiteren Schritten:

- Überwachung der Tonerkonzentration in der Entwicklungsstation (38) und Erzeugen eines Ausgangssignals (V_{MON}) aus dieser Überwachung in Abhängigkeit von einem dritten Signal (TC) relativ zur Tonerkonzentration in der Entwicklungsstation (38) und
- Abstimmen einer parametrischen Beziehung zwischen dem Ausgangssignal und dem dritten Signal in Abhängigkeit von dem ersten Signal (TC(SP)).

15. Verfahren nach Anspruch 4 mit folgenden weiteren Schritten:

- Vergleichen des Ausgangssignals (V_{MON}) mit einem konstanten Wert und Erzeugen von Differenzwerten und
- Integration dieser Differenzwerte zwecks Erzeugung des zweiten Signals (TR).

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 mit folgenden weiteren Schritten:

- Vergleichen des Ausgangssignals mit einem konstanten Wert zum Erzeugen von Differenzwerten,
- Integration dieser Differenzwerte zwecks Erzeugung eines vorläufigen Tonernachfüllsignals und
- Erzeugen des vorläufigen Tonernachfüllsignals in Abhängigkeit von der Pixelzählung, um das zweite Signal (TR) zu erzeugen.

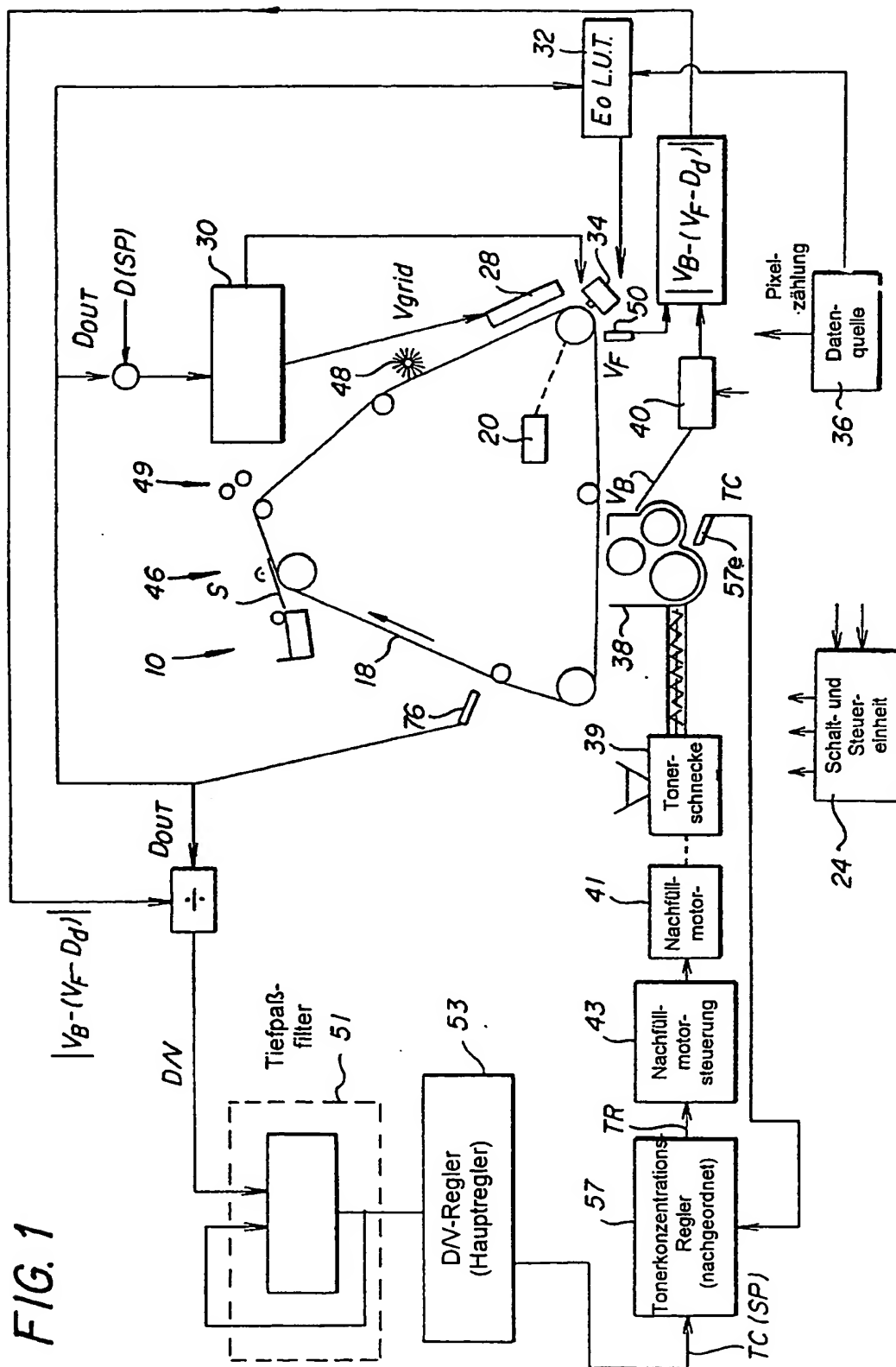
17. Verfahren nach Anspruch 10, wobei das erste Signal (TC(SP)) ein Tonerkonzentrationsollwert ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 1



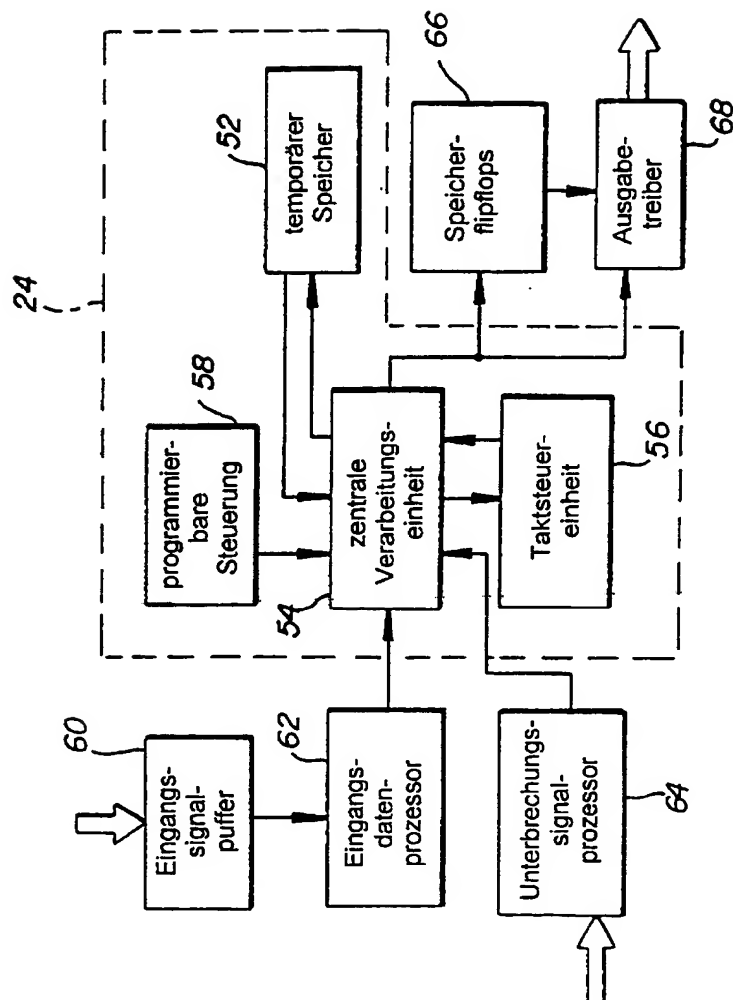


FIG. 2

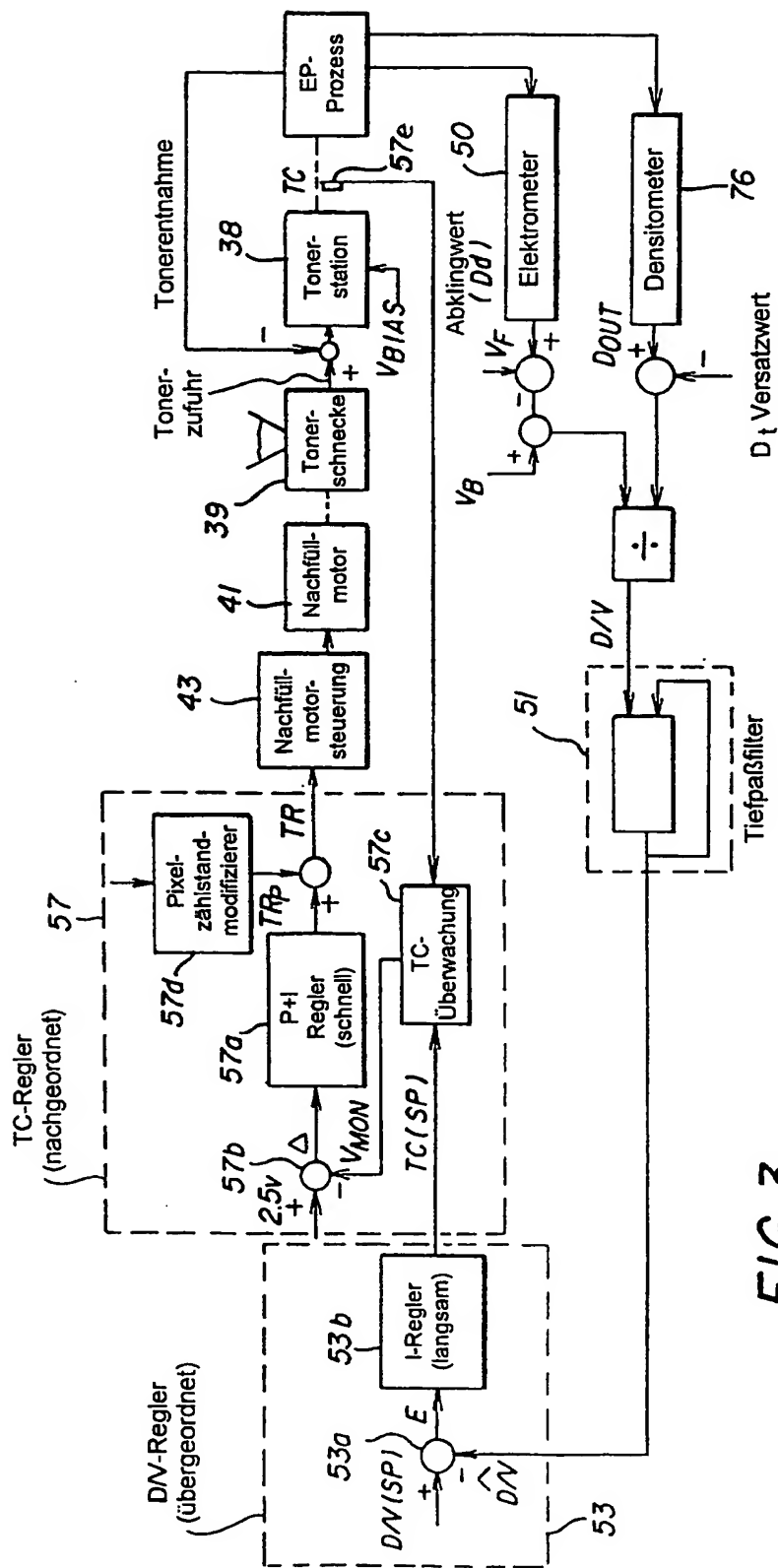


FIG. 3

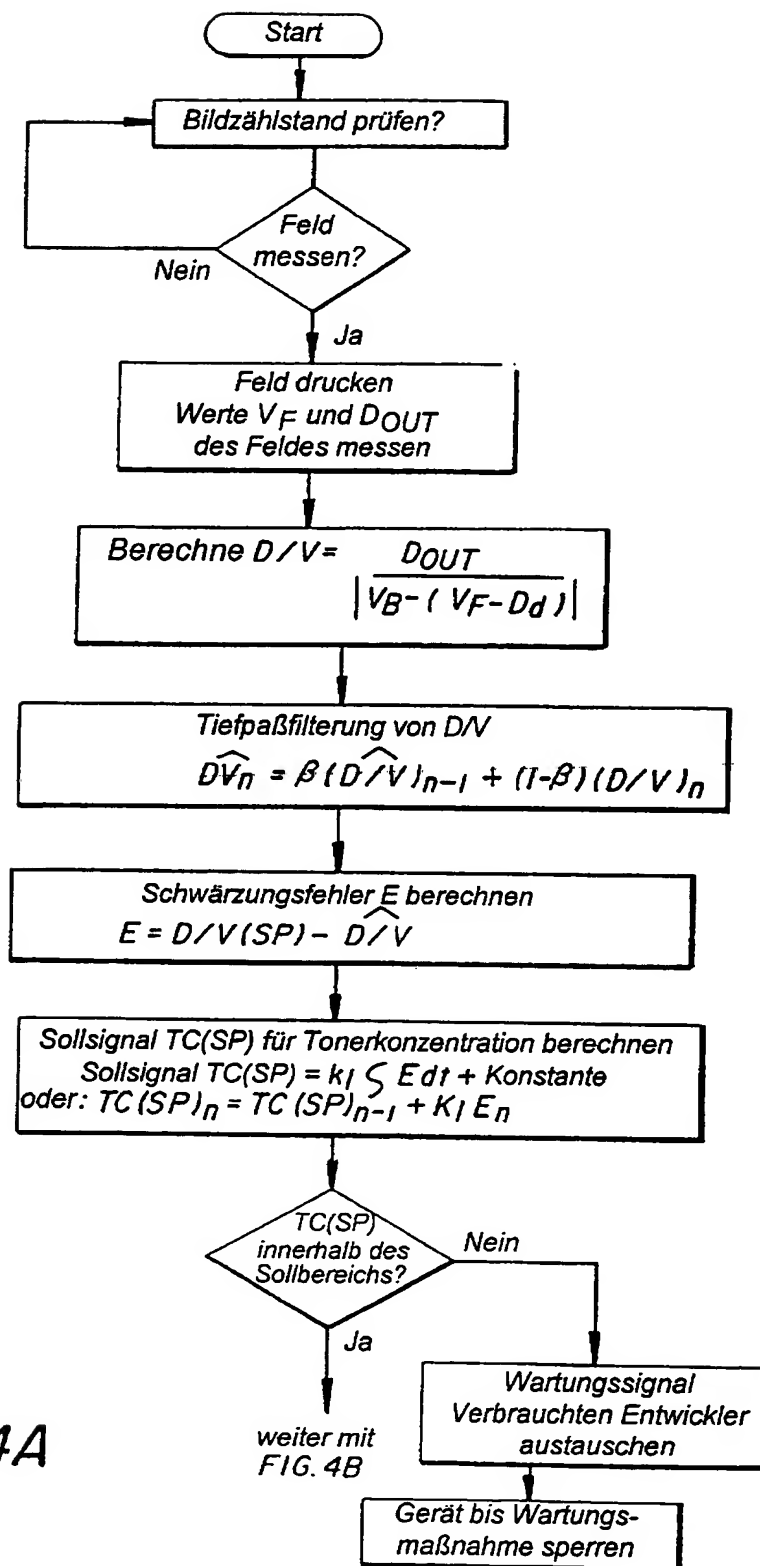


FIG. 4A

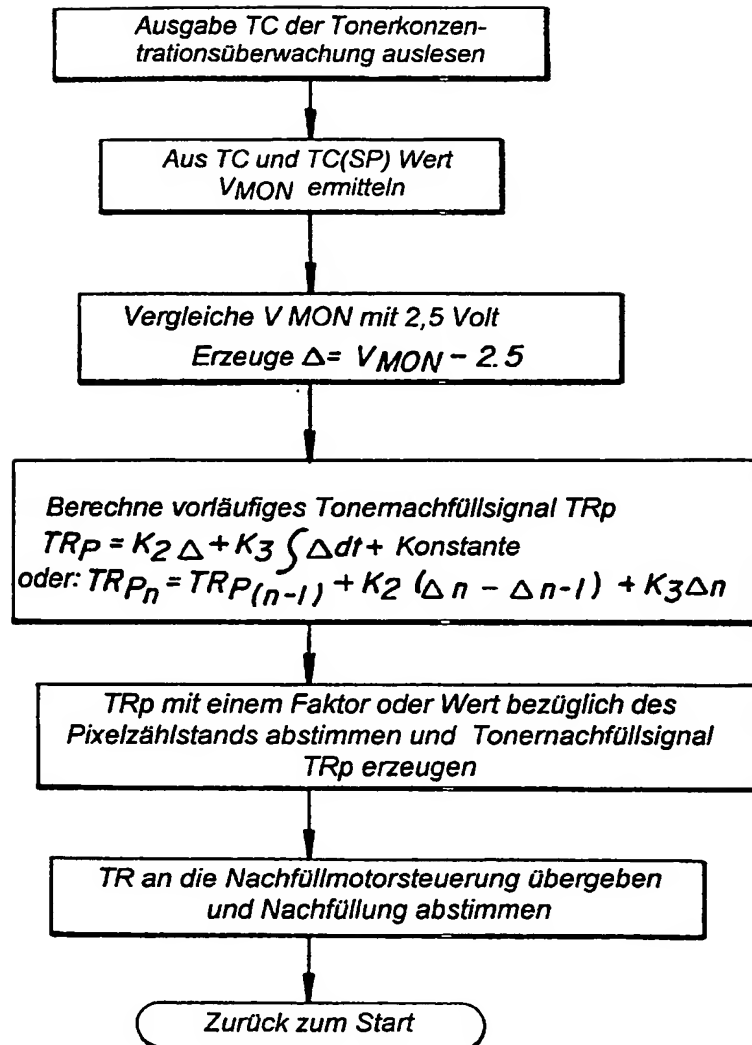


FIG. 4B

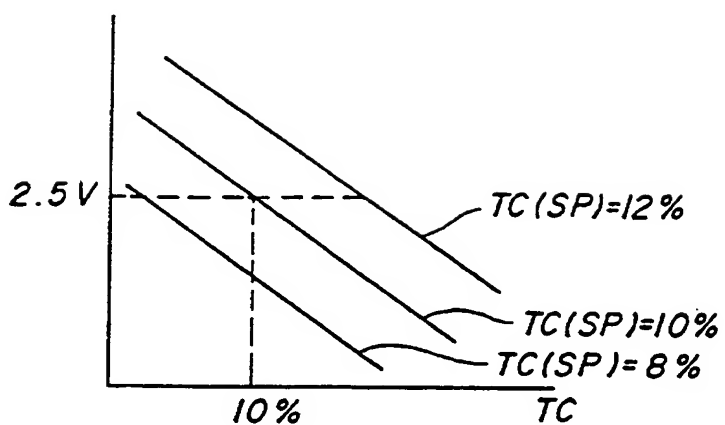


FIG. 5

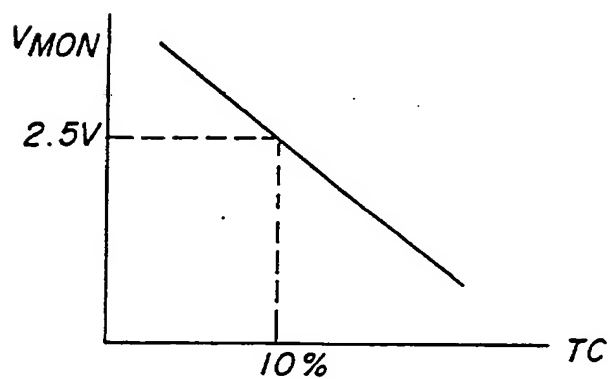


FIG. 6